



Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY  
DENMARK

## Hørestyrke af infralyd (in Danish)

Møller, Henrik; Kirk, Bjarne; Reid, Bruce

*Published in:*

Proceedings of Meeting of Nordic Acoustical Society, NAS '82, Stockholm, August 16-18, 1982

*Publication date:*

1982

[Link to publication from Aalborg University](#)

*Citation for published version (APA):*

Møller, H., Kirk, B., & Reid, B. (1982). Hørestyrke af infralyd (in Danish). I *Proceedings of Meeting of Nordic Acoustical Society, NAS '82, Stockholm, August 16-18, 1982* (s. 213-216)

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at [vbn@aub.aau.dk](mailto:vbn@aub.aau.dk) providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

## J.2 HØRESTYRKE AF INFRALYD

Henrik Møller, Bjarne Kirk, Bruce Reid,  
Institut for Elektroniske Systemer,  
Aalborg Universitetscenter.

## INTRODUKTION

I de senere år har eventuelle fysiologiske og psykologiske virkninger af infralyd været genstand for adskillige undersøgelser. Resultaterne er ikke overensstemmende, og der er nogen uenighed om, hvorvidt der overhovedet er virkninger ved de infralydniveauer, som findes i dagligdagen.

Det har i nogen grad været glemt, at disse niveauer ofte ligger over tærskelværdien, hvorfor infralyden kan høres og herigennem være subjektivt generende og eventuelt forårsage indirekte fysiologiske virkninger og virkninger på arbejdspræstationer. Flere undersøgelser tyder på, at infralyd ikke skal være ret langt over tærskelværdien, før den bedømmes kraftigt generende.

Forløbet af tærskelværdikurven i infralydområdet har været genstand for adskillige undersøgelser [1, 2, 3]. Derimod er hørestyrkefunktionen kun sparsomt undersøgt i dette frekvensområde. Kun i en enkelt undersøgelse er målt kurver for samme hørestyrke [3]. I denne blev dog benyttet en referencefrekvens på 50 Hz og ikke som standarden [4] foreskriver 1 kHz.

I nærværende undersøgelse er 1 kHz anvendt som referencefrekvens, og der er målt punkter ved oktavfrekvenserne i området 2-63 Hz.

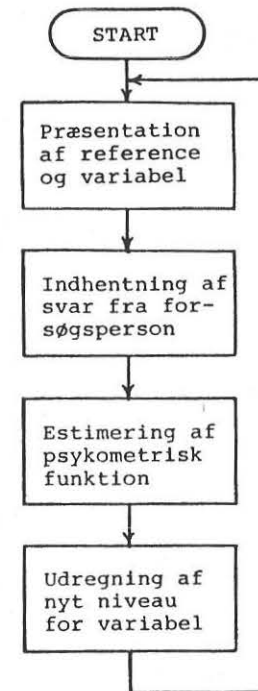
## PSYKOMETRISK METODE

Ved bestemmelse af punkter med samme hørestyrke foretages en sammenligning mellem en referencetone på 1 kHz og en tone, hvis lydstyrke kan varieres. Opgaven går ud på at finde det niveau af den variable tone, hvor en forsøgsperson opfatter de to toner som værende lige kraftige.

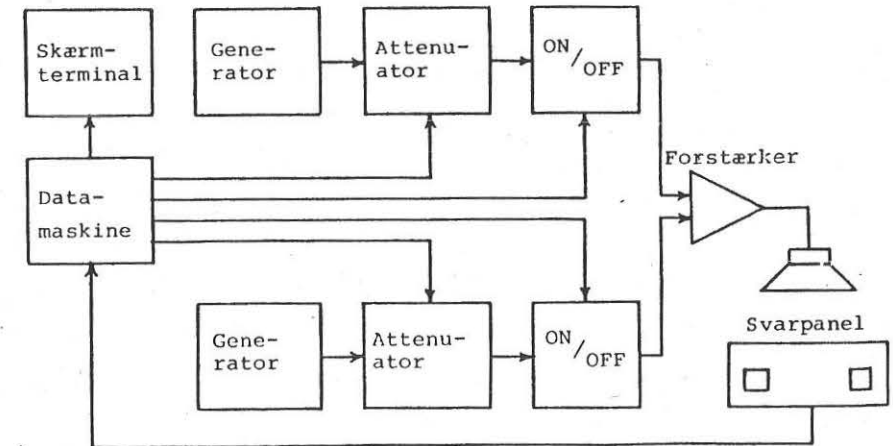
Der er som regel ikke tale om en helt bestemt værdi, men snarere et område på flere dB, hvor de to toner bedømmes nogenlunde lige kraftige. Derfor benyttes middelværdien fra den såkaldte psykometriske funktion, og det er nødvendigt med adskillige to-tonesammenligninger før et punkt på en persons phonkurve er bestemt. Der findes talrige måder at gøre dette på [5, 6]. En særlig effektiv måde at organisere sammenligningerne på udnyttes i Method of Maximum Likelihood [7]. Dette er en iterativ metode, hvor en forsøgspersons allerede afgivne svar løbende udnyttes til beregning af den psykometriske funktion og ved fastlæggelsen af de næste stimuli, se figur 1. Beregningerne blev i denne undersøgelse udført af en minidatamat, som samtidig styrede forsøgsafviklingen.

## APPARATUR

På grund af den store kvalitative forskel på 1 kHz tonen og infralyd tonerne foretoges sammenligningerne ikke direkte, men der indlagdes et støttepunkt ved 63 Hz. Først foretoges sammenligninger mellem 1 kHz og 63 Hz i et lyddødt rum. Derefter blev de målte punkter ved 63 Hz benyttet som reference for målinger ved frekvenserne 2 - 31,5 Hz. Disse målinger blev udført i et specielt infralydrum, hvor lyden genereres af 16 elektrodynamiske højttalere.



Figur 1. Princippet i en iterativ psykometrisk metode.



Figur 2. Blokdigram for måleopstillingen.

I figur 2 er vist et blokdiagram over det anvendte udstyr. For reference og variabelkanalerne findes en sinusgenerator, en digitalt styret attenuator (0 til -120 dB i 1 dB trin) og en klikfri switch (stige- og faldtider på 0,5 sek.). Effektforstærkere og højttalere er fælles for de to kanaler. Styling af attenuatorer og switch samt indhentning af svar fra forsøgspersonen foretages af datamaten (HP21MX). Forsøgslederen kan overvåge forsøget på en dataskærm.

Kalibrering af systemet blev foretaget ved måling af lydtrykket på forsøgspersonens plads, men uden forsøgsperson.

#### FORSØGSPERSONER

25 studenter (8 kvinder og 17 mænd) mellem 18 og 25 år deltog i forsøgene. Forsøgspersonernes tærskelværdier var normale indenfor  $\pm 15$  dB i frekvensområdet 125 Hz til 8 kHz.

#### RESULTATER

20, 40, 60, 80 og 100 phonkurverne blev målt ved oktavfrekvenserne i området 2-63 Hz (for 11 personer dog 90 phon i stedet for 100 phon). Middelværdierne er vist i figur 3. Som det fremgår af figuren, har det på grund af begrænsninger i systemets dynamikområde ikke været muligt at måle alle phonværdierne ved alle frekvenser. Det har heller ikke været muligt at måle alle de viste punkter for alle forsøgspersoner. I flere tilfælde har forsøgspersonens hørestyrke ligget over gengivesystemets dynamikområde (124 dB). For ikke at påvirke udregningen af middelværdien systematisk er der i disse tilfælde fjernet et antal data fra "den lave ende", svarende til antallet af manglende målinger, inden middelværdien udregnes.

#### KONKLUSION

Der er i denne undersøgelse foretaget en foreløbig kortlægning af phonkurvernes forløb i infralydområdet. Kurverne forløber parallelt, men væsentligt tættere end i middelfrekvensområdet. For eksempel er afstanden mellem 20 og 80 phonkurverne skrumpet ind fra 60 dB ved 1 kHz til ca. 18 dB ved 8 Hz.

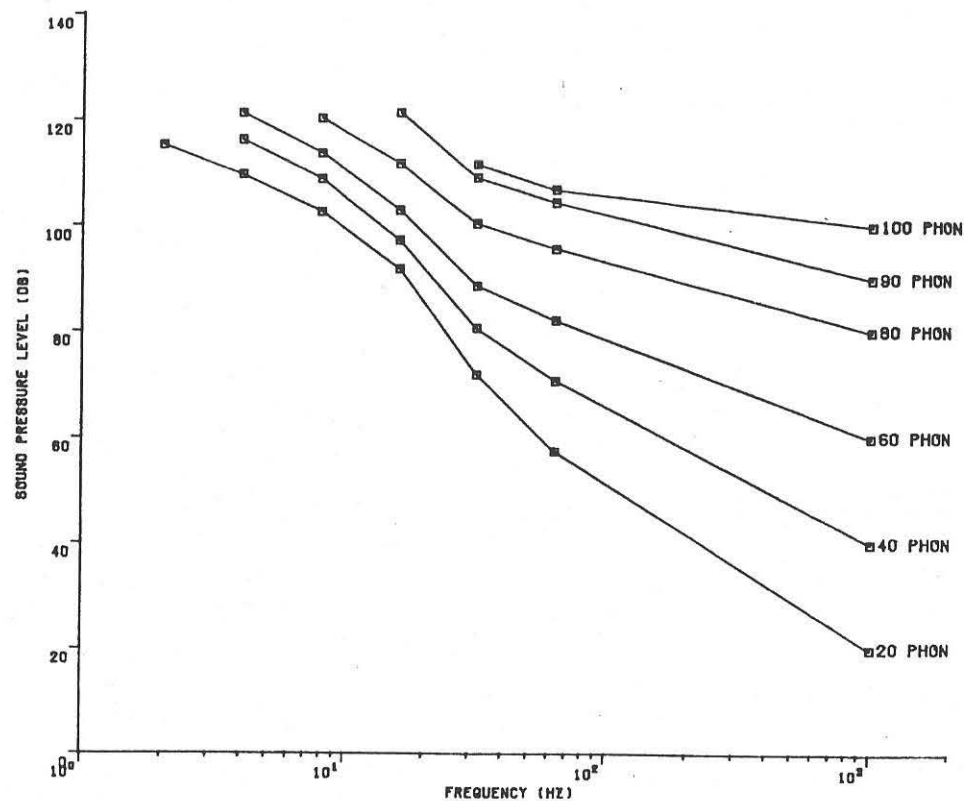
Resultaterne bekræfter altså den antagelse, at hørestyrken af infralyd stiger meget stejlt, således at infralyd kun få dB over tærskelværdien bedømmes kraftig og dermed eventuelt generende. Samtidig er det muligt at forklare, hvorfor en relativ lille ændring i et støjsignals infralyddel kan ændre genevirkningen betydeligt. Dette har været udtrykt således, at spektrets hældning skulle være af betydning [8].

Der arbejdes i øjeblikket på at udvide antallet af forsøgspersoner og at forøge gengivesystemets dynamikområde, så flere punkter kan måles. I et senere arbejde vil sammenhængen mellem hørestyrke og genevirkning blive undersøgt.

#### REFERENCE

1. G. von Békésy: Über die Hörschwelle und Fühlgrenze langsamer sinusförmiger Luftdruckschwankungen. Annalen der Physik, 5. folge, Band 26, 554-566, 1936.
2. N. S. Yeowart: Threshold of hearing and loudness for very low frequencies. In W. Tempest: Infrasound and Low Frequency Vibration. Academic Press, London, 1976.
3. S. J. Collins, D. W. Robinson, L. D. Whittle: The audibility of low frequency sounds. Journal of Sound and Vibration, vol. 21, no. 4, 431-448, 1972.

4. ISO Recommendation 226: Normal Equal-Loudness contours for pure tones and normal threshold of hearing under free field listening conditions.
5. J. P. Guilford: Psychometric Methods. McGraw-Hill Book Company, New York, 1954
6. J. C. Baird & E. Noma: Fundamentals of Scaling and Psychophysics. J. Wiley & Sons, New York, 1978.
7. P. E. Lyregård & O. Juhl Pedersen: Loudness level of impulsive noise. The Acoustics Laboratory, Technical University of Denmark, Report no. 6, 1974. Volume 1.
8. M. E. Bryan: Low frequency noise annoyance. In W. Tempest: Infrasound and Low Frequency Vibration. Academic Press, London, 1976.



Figur 3. Phonkurver baseret på forsøg med 25 personer.